

Интервью с заместителем директора ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины академиком Л.М. Лобановым

На протяжении всего периода деятельности Института электросварки им. Е.О. Патона большое внимание уделяется созданию высокоэффективных сварных конструкций. В настоящее время это направление работ возглавляет академик НАН Украины, заслуженный деятель науки и техники Украины Леонид Михайлович Лобанов. Его научная деятельность связана с фундаментальными и прикладными исследованиями в области материаловедения, прочности материалов и сварных конструкций. Его труды посвящены исследованиям поведения материалов при сварке, развитию теории сварочных напряжений и деформаций, разработке методов исследования и регулирования напряженно-деформированных состояний сварных соединений, созданию сварных конструкций новой техники, разработке методов и средств их неразрушающего контроля и диагностики.

Исследования и разработки, выполненные Л.М. Лобановым и возглавляемым им коллективом отмечены:

1981 г. — Премия Совета Министров СССР за разработку и внедрение новых физических методов исследования и усовершенствования металлургических процессов и конструкций новой техники;

1994 г. — Государственная премия Украины в области науки и техники за цикл научных работ в области теории расчетов пространственных конструкций и сооружений на статические и динамические нагрузки;

2004 г. — Премия им. Е.О. Патона за цикл работ в области прочности, диагностики и продления ресурса сварных конструкций.

Л.М. Лобанов опубликовал свыше 700 научных трудов, включая 80 авторских свидетельств и патентов. Он подготовил 9 докторов и 16 кандидатов технических наук. Награжден орденами «За заслуги» I, II и III степени, а также Орденом «Знак почета», отмечен наградой НАН Украины «За научные достижения».

В канун 75-летия со дня рождения Л.М. Лобанова редакция журнала взяла у юбиляра интервью, касающееся направлений его деятельности.



Леонид Михайлович, многие ученые и специалисты в Украине и за рубежом знакомы с Вашими публикациями по теме создания экономичных сварных конструкций, контроле их качества и повышения надежности. Каковы истоки появления у Вас интереса к этому направлению?

Создание экономичных, надежных и долговечных сварных конструкций, работающих на земле и под водой, при нормальных, высоких и низких температурах, в различных экстремальных условиях эксплуатации является важной научно-технической проблемой. Большой вклад в ее решение внесли ученые и специалисты Института электросварки им.

Е.О. Патона НАН Украины. Обладая большими знаниями и неординарной инженерной интуицией, основатель нашего института Евгений Оскарович Патон определил основные направления работ, связанных с созданием надежных и экономичных сварных конструкций. Они предусматривают комплексное решение исследовательских, материаловедческих, конструкторских и технологических задач. Такой подход получил широкое развитие благодаря деятельности его учеников и последователей. Исследования и разработки, проведенные в ИЭС, дали возможность изготавливать рациональные сварные конструкции при высоком уровне автоматизации и механизации сварочных работ. При этом основные объемы сварочных работ переносятся в заводские условия, что обеспечивает значительный рост производительности сварочных процессов и повышение качества сварных соединений.

Какие актуальные задачи в отмеченной области необходимо решать сегодня?

В настоящее время выполняется комплекс новых исследований по оценке статической и циклической прочности сварных соединений с учетом их механической неоднородности и наличия трещиноподобных дефектов, сопротивления сварных соединений хрупким и слоистым разрушениям, по разработке научных подходов к обеспечению надежности и долговечности сварных конструкций при выполнении требований по снижению их металлоемкости, созданию технологий упрочняющих обработок сварных соединений, применении математических методов исследования термодформационных процессов при сварке, широком применении средств неразрушающего контроля и технической диагностики сварных соединений и конструкций. Создаются новые типы высокоэффективных сварных конструкций, в том числе строительные металлоконструкции, пролетные строения мостов, тяжелонагруженные конструкции из высокопрочных сталей для горнодобывающей техники и железнодорожного транспорта.

Какие практические примеры воплощения в жизнь в последние годы разработок ИЭС в области сварных конструкций?

Следует отметить сооружение в Киеве Национального спортивного комплекса «Олимпийский» перед проведением европейского футбольного чемпионата ЕВРО-2012. Коллективом ИЭС были разработаны и внедрены технологии сварки несущих металлоконструкций этого уникального комплекса.



Проведено научно-технологическое сопровождение сборочно-сварочных работ в заводских условиях, а также непосредственно на строительной площадке. Аналогичные работы были выполнены при сооружении Международного выставочного центра на Броварском шоссе в г. Киеве.

Внедрены новые стали С390-С690 в производство сварных конструкций и с их применением создан ряд уникальных инженерных сооружений, среди которых резервуары для хранения нефти вместимостью 50 и 75 тыс. т, пролетные строения Подольского мостового перехода и Чабанского моста в г. Киеве. Сотрудники ИЭС приняли активное участие в строительстве Дарницкого железнодорожно-автомобильного моста в г. Киеве и участвуют в строительстве Запорожского мостового перехода. Выполнено научно-техническое сопровождение сборочно-сварочных работ при монтаже металлоконструкций крыши из алюминиевого сплава терминала «Д» в аэропорту Борисполь. Большой опыт исследований и разработок ИЭС в области проектирования и изготовления различных типов строительных конструкций, определения их технического состояния и реконструкции обобщен в трехтомном издании «Сварные строительные конструкции».

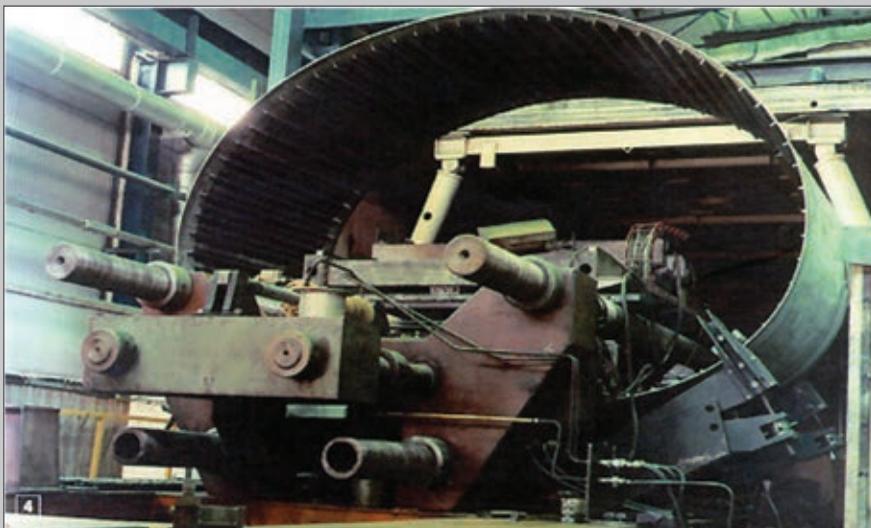
Леонид Михайлович, в Ваших публикациях часто употребляется понятие «бездеформационная сварка конструкций». Не могли бы Вы пояснить в чем заключается такой подход при производстве конструкций?

Благодаря нашим разработкам сформировано новое научно-техническое направление — бездеформационная сварка конструкций, которое базируется на создании предварительных перед сваркой напряженно-деформированных состояний, оптимизированных по отношению к свароч-

ным напряжениям и деформациям. Для всех типов сварных соединений разработаны способы определения оптимальных параметров предварительных напряженно-деформированных состояний, которые позволяют устранить остаточные сварочные деформации. Такой подход включает также применение сборочно-сварочных агрегатов, которые объединяют деформирующие системы, оборудование для механической обработки свариваемых кромок в условиях заданного нагружения и специализированную сварочную аппаратуру.

Назовите, пожалуйста, примеры его использования.

Он реализован на предприятиях ракетно-космической и авиационной промышленности при изготовлении тонколистовых конструкций из легких сплавов, к которым предъявляются высокие требования точности геометрических размеров и качества соединений. Уникальные установки были поставлены по контрактам предприятиям Китайской народной республики. В настоящее время заключен договор с КБ «Южное» на разработку технологии бездеформационной сварки стрингерных панелей, а в дальнейшем и стрингерных оболочек из высокопрочного алюминиевого сплава.



Каким новым методам неразрушающего контроля Вы бы отдали предпочтение?

Сделан значительный вклад в создание систем диагностики изделий космической и авиационной техники. Разработан диагностический метод электронной ширографии, который основан на применении лазерной аппаратуры и компьютерной обработки оптической информации. Его существенным преимуществом являются бесконтактность измерений и возможность осуществлять в реальном масштабе времени неразрушающий контроль качества объектов как из металлических, так и композиционных материалов. Разработанная технология диагностики и ширографическая аппаратура внедрены в КБ «Южное». Исследования, проведенные по заказу ГП «АНТОНОВ» на образцах обшивки самолета, показали, что методом электронной ширографии выявляются коррозионные повреждения элементов фюзеляжа и крыла самолета без демонтажа облицовки и герметика.

На основе применения способа электронной спекл-интерферометрии созданы технология и портативный прибор для определения остаточных напряжений в сварных соединениях конструкций новой техники. Конкурс, проведенный Международным институтом сварки, подтвердил, что разработанный в ИЭС метод и аппаратура для его реализации обеспечивают достоверную оценку локальных особенностей остаточного напряженного состояния сварных соединений. Эта методология и оборудование эффективно используются в лабораторной практике ИЭС и поставлены по контрактам различным промышленным и исследовательским организациям дальнего зарубежья.

Леонид Михайлович, известно, что в последние десятилетия Вы много сил и энергии отдаете проблеме остаточного ресурса длительно работающих конструкций и сооружений. Каким образом организована работа в этом направлении в Украине?

Во многих странах прослеживается тенденция исчерпания нормативных сроков эксплуатации большого количества конструкций, сооружений, инженерных систем. Особое значение эта проблема приобрела в Украине. Вследствие сложных экономических условий большинство субъектов хозяйственной деятельности практически прекратили обновление основных фондов. В этой



связи вопросы безопасности функционирования ответственных объектов промышленности, энергетики, транспорта, строительства становятся с каждым годом все более актуальными. Важными являются задачи, связанные с управлением эксплуатационной надежностью и долговечностью таких объектов путем определения их технического состояния и остаточного ресурса, установления научно обоснованных сроков и регламентов эксплуатации.

Решению этих задач посвящена целевая комплексная программа НАН Украины «Проблемы ресурса и безопасности эксплуатации конструкций, сооружений и машин», которая выполняется с 2004 г. Научным руководителем программы является академик Борис Евгеньевич Патон. Цель программы — разработка методологических основ прогнозирования остаточного ресурса, создание методов, технических средств и технологий для оценки технического состояния и продления сроков эксплуатации техногенно и экологически опасных объектов.

Проекты программы направлены на выполнение таких важных заданий, как развитие методов и средств неразрушающего контроля качества и технической диагностики конструкций; создание систем непрерывного мониторинга ответственных объектов длительной эксплуатации с использованием современных информационных технологий; разработка способов прогнозирования остаточного ресурса конструкций с повреждениями и технологий восстановления их работоспособности; создание эффективных методов, механических средств и технологий для оценки и продления ресурса оборудования тепловой и атомной энергетики, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, нефте- и газопроводов, авиакосмической техники, а также мостов, строительных и транспортных конструкций; подготовка нормативных документов, научно-технических справочников и пособий по вопросам оценки и продления ресурса объектов длительной эксплуатации.

Есть ли положительные результаты выполнения работ по программе «Ресурс»?

В процессе выполнения проектов программы получены значительные научно-технические и практические результаты. Так, внедрены акустико-эмиссионные системы для непрерывной диагностики компонентов оборудования на Одесском припортовом заводе и теплоцентрали «Киевэнерго», создана аппаратура для бесконтактного измерения износа поверхностей железнодорожных рельсов, разработана методология низкочастотного ультразвукового контроля повреждений в труднодоступных участках трубопроводов, разработаны технология и оборудование для формирования усиливающих конструкций с применением металлополимерной провололочной муфты для ремонта локальных дефектов нефте- и газопроводов без остановки транспорта продуктов, восстановлены уникальные промышленные изделия и пролетные строения железнодорожных мостов, созданы современные стандарты и нормативные документы для инженерной практики и многое другое.

Основные результаты работ по каждому проекту программы обобщаются в итоговых сборниках статей, которые издаются институтом каждые три года. Специалисты считают эти сборники энциклопедией по вопросам ресурса. Они являются важным вкладом в формирование научно-технического аспекта инженерной культуры в нашей стране и предоставляют новый инструментарий в решении проблем ресурса безопасной эксплуатации конструкций и оборудования.

Благодарим Вас, Леонид Михайлович, за интересное и обстоятельное освещение проблем, связанных с созданием современных сварных конструкций и желаем Вам крепкого здоровья и новых достижений на благо Украины.

Редакция журнала

Идеальный сварной шов возможен. TPS/i Robotics — вершина Интеллектуальной Революции*

Компания ООО «Фрониус Украина» для решения различных сварочных задач представляет на украинском рынке принципиально новую сварочную платформу TPS/i Robotics, которая взаимодействует с пользователем на интеллектуальном уровне и оказывает надежную поддержку при настройке параметров, выборе подходящих опций и гарантирует непревзойденные возможности для дуговой сварки.

Система TPS/i для полуавтоматической сварки стала воплощением Intelligent Revolution в 2013–2014 годах. Благодаря этой инновационной технологии влияние внешних факторов и других источников ошибок значительно снижено. Результатом стала совершенно новая сварочная система с безоговорочным превосходством в области качества и повторяемости результатов. Новая система характеризуется такими показателями, как высочайшее качество сварного шва, чрезвычайно низкий уровень брака, энергоэффективность и простота в обслуживании, благодаря которой простои сводятся к минимуму.

TPS/i Robotics — это веха в автоматизированном сварочном производстве. Каждый автоматизированный процесс сварки начинается с правильного программирования параметров процесса и системы управления роботом. Даже малейшие неточности могут вызвать значительное снижение качества, что, в свою очередь, приводит к повышению расходов на гарантийное обслуживание, особенно в автомобилестроении. Автоматические процессы сварки предоставляют очевидные преимущества — возможность установки уровня качества, затрат и длительности процессов, а также высокую степень воспроизводимости результатов. Множество внешних факторов могут повысить уровень брака или длительность простоев и, как следствие, снизить общую прибыльность производства. Если неполадку не выявить и не устранить немедленно, она будет повторяться снова и снова. Сложность заключается в том, что роботы не обладают когнитивными возможностями человека, чтобы самим оценить проблему. Серия TPS/i



Новый эталон эффективности, качества и надежности. TPS/i Robotics взаимодействует с пользователем на интеллектуальном уровне и оказывает надежную поддержку при настраивании параметров, выборе подходящих опций

Robotics, в которой реализованы интуитивные средства управления посредством текстового дисплея, предварительно заданные характеристики для каждой области применения и индивидуальное программирование посредством графического пользовательского интерфейса, устанавливает новые стандарты взаимодействия между человеком и машиной.

Инновационная система TPS/i Robotics обеспечивает усовершенствование процесса сварки во всей производственной среде. Она предоставляет уникальные преимущества в плане эффективности, качества и надежности автоматических сварочных производственных линий и гарантирует недостижимый ранее уровень продуктивности.

Эффективность — это обязательное условие коммерческого успеха. И это всего лишь одна из областей, в которых TPS/i Robotics устанавливает новые стандарты. Программная настройка, скорость сварки и возможности технического обслуживания обеспечивают высочайшие уровни конкурентоспособности и рентабельности в современном серийном производстве. Программирование новых процессов, переналадка системы и переход от одной стадии процесса к другой могут

* Статья на правах рекламы.



потребуется много времени. Что касается настройки, технического обслуживания, управления и переналадки, система TPS/i Robotics предлагает множество усовершенствований, позволяющих свести к минимуму дорогостоящие простои.

Идеальное взаимодействие сварочных процессов (LSC и PMC) в сочетании с интеллектуальными стабилизаторами проплавления и длины дуги обеспечивают более быструю и качественную работу, а также низкие уровни брака.

Функция стабилизации проплавления обеспечивает равномерное проплавление и постоянную малую длину дуги, а значит,

Система TPS/i Robotics доступна для укомплектовки любой модели сварочного робота

высокую скорость сварки. Благодаря всем перечисленным преимуществам TPS/i Robotics является самой эффективной сварочной системой для автоматизированного производства.

Сварочные системы Fronius всегда считались отраслевым стандартом высочайшего качества. Главная цель — выполнять кажущиеся невозможными сварные соединения металлов. Кроме набора функций, улучшающих параметры сварочной дуги, TPS/i Robotics обеспечивает полное документирование процесса. Обновления системы и новые характеристики можно устанавливать непосредственно по сети или через интерфейс USB. Благодаря использованию устройства WeldCube, которое объединяет все источники тока на производственной линии и записывает нужные данные, можно реализовать возможности оптимизации и выявить ошибки в производственном процессе. Контроль и проверка качества — важные составляющие анализа производственного процесса.

Для Fronius надежность — это не просто защита системы от физических повреждений, которая неизменно обеспечивается путем тщательных испытаний и использования высококачественных материалов. Основные усилия направлены на то, что действительно важно в промышленности — на надежность производства, даже в будущем. Благодаря использованию высококачественных материалов и тщательным испытаниям под нагрузкой естественный износ сведен к минимуму. Модульная конструкция системы, возможность обновления программного обеспечения и постоянное совершенствование процессов служат наилучшими гарантиями возможности использования оборудования как сейчас, так и в будущем.

Fronius International — австрийское предприятие с главным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме, Штайнхаусе и Заттледте. Предприятие специализируется на системах для заряда батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Всего штат компании насчитывает 3385 сотрудников. Доля экспорта составляет 93 %, что достигается благодаря работе 21 дочерней компании, а также международным партнерам по сбыту и представителям Fronius более чем в 60 странах мира. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 928 действующим патентам, Fronius является лидером в области технологий на мировом рынке.



РАСШИРЯЯ ГРАНИЦЫ

ООО «ФРОНИУС УКРАИНА»
07455, Киевская обл., Броварской р-н,
с. Княжичи, ул. Славы, 24
Тел.: +38 044 277-21-41; факс: +38 044 277-21-44
E-mail: sales.ukraine@fronius.com
www.fronius.ua

Источники питания для дуговой сварки и наплавки с улучшенными технологическими характеристиками

А.В. СТЕПАХНО¹, АНТ. В. СТЕПАХНО¹, В.В. АНДРЕЕВ², В.А. КОРИЦКИЙ²

¹Опытный завод сварочного оборудования ИЭС им. Е.О. Патона. 03045, г. Киев, ул. Ново-Пироговская, 66.

E-mail: office@paton.ua

²ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Опытный завод сварочного оборудования (ОЗСО) ИЭС им. Е.О. Патона выпускает около 40 видов оборудования для дуговой сварки. К этой номенклатуре относятся сварочные трансформаторы, выпрямители для ручной и механизированной сварки, специализированные источники питания.

Трансформаторы для ручной дуговой сварки получили широкое распространение при выполнении монтажных и ремонтных работ на промышленных предприятиях, стройках, фермах, в автохозяйствах, коммунальных предприятиях, в цеховых условиях и на трассах трубопроводов. Сварочные трансформаторы позволяют вести процесс сварки на более интенсивных режимах, чем выпрямители, так как при сварке переменным током практически отсутствует магнитное дутье. В этом случае электромагнитная сила, действующая на сварочную дугу, определяется результирующим магнитным потоком, равным геометрической сумме магнитных потоков сварочного и вихревых токов, индуцируемых в массе основного металла. Так как составляющие этих потоков находятся почти в противофазе, то результирующая величина их невелика, и поэтому проявление магнитного дутья по сравнению с постоянным током радикально ослабляется даже при очень больших сварочных токах (до 2000 А).

Известны и другие преимущества переменного тока. Например, сварка на переменном токе значительно экономичнее с точки зрения расхода электроэнергии. КПД сварочных трансформаторов, как правило, выше, чем у источников питания постоянного тока. Сварочные трансформаторы имеют простое устройство, требуют минимального ухода и текущего ремонта и поэтому расходы на их эксплуатацию и обслуживание сравнительно невелики.

Переменный ток по своему технологическому воздействию на ванну подобен модулированному току с частотой 50 Гц. Структура металла сварного шва получается более мелкозернистая и его качество на переменном токе лучше, чем при сварке постоянным током электродами одной и той же марки. Ценен также процесс очищения свариваемого изделия от окисных пленок при сварке переменным током алюминия и его сплавов неплавящимся вольфрамовым электродом в инертных газах и их смесях. Поэтому аргонодуговая сварка алюминия неплавящимся электродом производится только переменным током.

К недостаткам традиционных сварочных трансформаторов следует отнести низкую стабильность горения дуги переменного тока, обусловленную погасанием и зажиганием дуги при изменении полярности (100 раз в секунду при частоте 50 Гц), а также отрицательным влиянием переноса металла в этих условиях. Улучшения стабильности горения дуги можно добиться путем повышения напряжения холостого хода трансформатора, применением переменного тока прямоугольной формы, увеличением частоты тока или наложением на ток основной частоты колебаний повышенной частоты. Все перечисленные приемы сопряжены с большим расходом активных материалов, идущих на изготовление силовых трансформаторов и других узлов, составляющих основу источников питания и соответственно их удорожанием.

Благодаря исследованиям, выполненным в ИЭС им. Е.О. Патона, и разработанным специальным импульсным устройствам стабилизации горения дуги (УСГД), этот недостаток сварочных трансформаторов можно считать преодоленным. Построенные на современной элементной базе УСГД доведены до высокой степени совершенства и представляют собой недорогие малогабаритные устройства, легко размещаемые в кожухе любого сварочного трансформатора. УСГД поддерживает устойчивый дуговой разряд путем генерирования и подачи в дуговой промежуток импульсов напряжения в начале каждого полупериода. В данном случае стабилизация сварочной дуги заключается в следующем. Обычно при сварке на переменном токе дуга гаснет, когда сварочный ток при подходе к нулевому значению уменьшается до величины, близкой к 5 А. Обрывы происходят с удвоенной частотой переменного тока. Повторное зажигание дуги требует более высокого напряжения, чем напряжение дуги. Для надежного зажигания дуги необходимо, чтобы в начале полуволны сварочного тока УСГД выработал и подал на вторичную обмотку трансформатора импульсы ам-

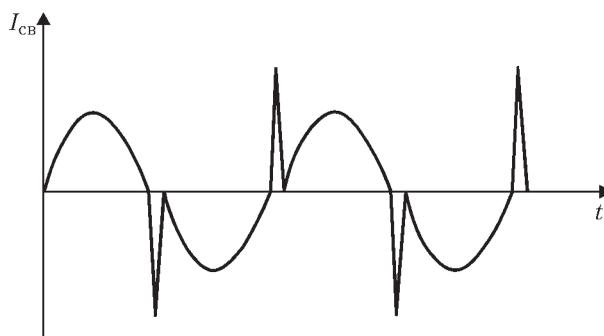


Рис. 1. Форма сварочного тока при импульсной стабилизации горения дуги

Таблица 1. Технические характеристики трансформаторов, выпускаемых на ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона

| Параметры | Источники питания | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | СТШ-250 СГД | СТШ-252 СГД | СТШ-256 СГД | СТШ-315 СГД | СТШ-400 СГД | СТШ-401 СГД |
| Номинальное напряжение питающей сети, В | 1×220, 2×2380 | 1×2220, 2×2380 | 1×2220, 2×2380 | 2×2380 | 2×2380 | 2×2380 |
| Номинальный сварочный ток, А | 250 | 250 | 250 | 315 | 400 | 400 |
| Продолжительность нагрузки (ПН) | 20 %/250 А 100 %/112 А | 40 %/250 А 100 %/158 А | 20 %/250 А 100 %/112 А | 40 %/315 А 100 %/200 А | 60 %/400 А 100 %/310 А | 60 %/400 А 100 %/310 А |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 70...260 | 70...260 | 70...260 | 90...315 | 90...400 | 25...400 |
| Стабилизатор горения дуги «УСГД» | Есть | Есть | Есть | Есть | Есть | Есть |
| Напряжение холостого хода, В | 65 | 65 | 65 | 55 | 53 | 53 |
| Номинальная потребляемая мощность, кВА | 16,3 | 16,3 | 16,3 | 17,5 | 22,0 | 22,0 |
| Охлаждение | Естеств. | Принудит. | Естеств. | Принудит. | Принудит. | Принудит. |
| Габаритные размеры, мм (L×B×H) | 424×275×425 | 546×400×560 | 424×275×425 | 540×520×595 | 800×520×630 | 800×520×630 |
| Масса, кг | 49,2 | 65,0 | 55,2 | 80,0 | 110,0 | 111,0 |

плитудой до 500 В. Эти импульсы облегчают повторное зажигание дуги, что и способствует повышению стабильности ее горения (рис. 1).

В ИЭС им. Е.О. Патона разработаны различные модификации УСГД, позволяющие вести ручную дуговую сварку практически любыми электродами, как для переменного, так и для постоянного тока. При разработке этих устройств к ним предъявлялись требования экономичности, малых габаритных размеров и материалоемкости, долговечности и надежности. Выпускаемая в настоящее время модель такого устройства УСГД-4М У2 в полной мере удовлетворяет этим требованиям. Потребляемая мощность УСГД-4М У2 — не более 160 ВА, масса — 0.4 кг, габаритные размеры 130×130×60 мм.

Подключение УСГД к любому трансформатору для ручной дуговой сварки делает его практически универсальным по сварочно-технологическим свойствам. В этом случае сварочный трансформатор может заменить источник постоянного тока (выпрямитель, генератор) или установку для аргонодуговой

Таблица 2. Основные технические характеристики выпрямителей серии ВД

| Параметры | Наименование выпрямителя | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---|---|
| | ВД-250 | ВД-310 | ВД-500 | ВД-255 АС/DC | ВД-400 АС/DC |
| Напряжение питающей сети, В | 3×380 | 3×380 | 3×380 | 2×380 | 2×380 |
| Номинальный сварочный ток, А | 250 | 315 | 500 | АС 250/DC 225 | АС 400/DC 300 |
| Продолжительность нагрузки (ПН %) | 40 %/250 А 100 %/158 А | 60 %/315 А 100 %/244 А | 60 %/500 100 %/387 | 40 %/АС 250/DC 225 100 %/АС 158/DC 145 | 60 %/АС 400/DC 300 100 %/АС 310/DC 232 |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 30...80 80...250 | 45...125 125...315 | 75...220 220...540 | АС 70...250 DC 60...225 | АС 90...400 DC 75...300 |
| Напряжение холостого хода, В | 65/96 | 65/96 | 67/96 | 75 | 75 |
| Номинальная потребляемая мощность, кВА | 17 | 22 | 48 | 16,3 | 25 |
| Охлаждение | Принудит. | Принудит. | Принудит. | Принудит. | Принудит. |
| Габаритные размеры, мм (L×B×H) | 860×570×770 | 905×770×825 | 905×770×825 | 660×550×610 | 910×530×600 |
| Масса, кг | 125 | 220 | 240 | 90 | 120 |

сварки. Для питания УСГД сварочный трансформатор снабжается дополнительной слаботочной обмоткой. Блок управления УСГД подключает устройство к работе после первого контакта электрода с изделием и точно отслеживает момент подачи импульса после прохождения сварочного тока через ноль. В блок управления постоянно поступает информация о сварочном токе и о напряжении дуги. Поэтому стабилизирующие горение дуги импульсы подаются в дуговой промежуток на всех режимах работы сварочного трансформатора (холостой ход, короткое замыкание, горение дуги). Через одну секунду после прекращения сварки УСГД отключается. Следует отметить, что аналогов УСГД в мировой практике пока нет.

ОЗСО ИЭС им. Е.О.Патона освоил серийное производство трансформаторов с регулируемым магнитным рассеянием для дуговой сварки типа СТШ в комплекте с УСГД-4М У 2 (рис. 2). Практика показала, что применение УСГД совместно с трансформаторами типа СТШ позволяет получить существенный экономический эффект, благодаря которому быстро окупаются основные затраты, связанные с приобретением подобного оборудования. В табл. 1 представлены технические характеристики некоторых моделей сварочных трансформаторов, выпускаемых на ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона.

Основным преимуществом источников питания серии СТШ-СГД является их многофункциональность, которая позволяет использовать их:

- при ручной дуговой сварке черных сталей покрытыми электродами, предназначенными для переменного тока (АНО-4, МР-3 и пр.) и для постоянного тока (УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ВИ-10-6 и пр.);
- при ручной дуговой сварке нержавеющей и специальных сталей (электродами ОЗЛ-8, ОЗЛ-26, ЦЛ-39 и пр.);
- при ручной дуговой сварке чугуна электродами ЦЧ-4;
- при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом нержавеющей сталей, алюминия и его сплавов в тех случаях, когда допускается начальное зажигание дуги контактным способом.

Таким образом, по сварочно-технологическим возможностям эти источники вполне могут заменить более дорогие сварочные выпрямители и генераторы. Трансформаторы типа СТШ-СГД по желанию заказчика могут комплектоваться электрододержателями, а также горелками фирмы «Abikor Binzel» для аргонодуговой сварки.

Выпускаемые ОЗСО выпрямители серии ВД (рис. 3) с механическим регулированием тока используются в основном при сварке покрытыми электродами различных металлоконструкций в строительстве, машиностроении, горнорудной и металлургической промышленности, аграрном комплексе.

Выпрямители просты в обращении и достаточно надежны в эксплуатации. Диапазон регулирования сварочного тока разбит на две ступени. В пределах каждой ступени плавное регулирование сварочного тока обеспечивается изменением расстояния между катушками первичных и вторичных обмоток силового трансформатора. Переход с одной ступени на другую производится переключателями барабанного типа, которыми оснащены выпрямители.

Наиболее распространенный в сварочном производстве выпрямитель ВД-310, выпускаемый ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона, имеет плавное регулирование сварочного тока от 45 до 315 А и обладает достаточно высокими технологическими свойствами, обеспечивая стабильный процесс сварки и качественное формирование шва при низком разбрызгивании электродного металла. Однако при сварке корневых швов трубопроводов электродами малого диаметра (2,5...3,0 мм) на токах 65...80 А был отмечен эффект «примерзания» электрода, что впоследствии приводило к определенным трудностям ведения сварки. Как показала практическая проверка, причина такого явления кроется в недостаточной величине тока короткого замыкания (КЗ) выпрямителя при работе в диапазоне малых токов. Например, при сварке от выпрямителя ВД-310 на токах 65...80 А ток КЗ выпрямителя практически не отличается от тока сварки. Учитывая это обстоятельство, было предложено модернизировать выпрямитель ВД-310, снабдив его дополнительным низковольтным источником постоянного тока сравнительно небольшой мощности (порядка 5 % мощности основного выпрямителя), который вступал бы в работу и увеличивал ток как непосредственно перед КЗ, так и во время замыкания дугового промежутка каплей расплавленного металла.

Выпрямитель ВД-310 может комплектоваться и другой выпрямительной приставкой с напряжением холостого хода 96 В и током КЗ, равным 15 А. Это позволяет повысить эластичность дуги, что важно при сварке в узкую разделку. Предлагаемое комбинированное питание дуги обеспечивает надежный провар корня шва при сварке трубопроводов без погасания дуги и «примерзания» электрода, что суще-

Таблица 3. Основные параметры выпрямителя

| Параметры | BC-650CP |
|--|-------------|
| Напряжение питающей сети, 50 Гц, В | 3×380 |
| Номинальный ток, А при ПН % | 650 (80 %) |
| Пределы регулирования напряжения холостого хода U_{xx} , В | 18...58 |
| Число ступеней регулирования U_{xx} | 27 |
| Номинальная мощность, кВА | 40 |
| Внешняя характеристика | Жесткая |
| Диапазон сварочного тока, А | 50...650 |
| Габаритные размеры, мм | 780×750×790 |
| Масса, кг, не более | 200 |

Таблица 4. Технические характеристики источников питания серии ВДИ

| Параметры | Наименование | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | ВДИ-120М | ВДИ-120Р | ВДИ-160М | ВДИ-160Р | ВДИ-200М | ВДИ-200Р |
| Максимальный диаметр электрода, мм | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| Номинальное напряжение питающей сети, В | 1×220 | 1×220 | 1×220 | 1×220 | 1×220 | 1×220 |
| Номинальный сварочный ток, А | 120 | 120 | 160 | 160 | 200 | 200 |
| Максимальный сварочный ток, А | 160 | 160 | 215 | 215 | 270 | 270 |
| Продолжительность нагрузки (ПН)% | 70 %/120 А 100 %/101 А | 70 %/120 А 100 %/101 А | 70 %/160 А 100 %/134 А | 70 %/160 А 100 %/134 А | 70 %/200 А 100 %/167 А | 70 %/200 А 100 %/167 А |
| Пределы изменения напряжения в сети, В | 170...260 | 170...260 | 170...260 | 170...260 | 170...260 | 170...260 |
| Пределы регулирования сварочного тока, А | 5...120 | 5...120 | 7...160 | 7...160 | 10...200 | 10...200 |
| Горячий старт «Hot Start» | Автом. | Авт./ручное | Автом. | Авт./ручное | Автом. | Авт./ручное |
| Форсированная дуга «Arc Force» | Автом. | Авт./ручное | Автом. | Авт./ручное | Автом. | Авт./ручное |
| Напряжение холостого хода, В | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| Номинальная потребляемая мощность, кВА | 3,2 | 3,2 | 4,4 | 4,4 | 5,6 | 5,6 |
| Максимальная потребляемая мощность, кВА | 4,3 | 4,3 | 5,9 | 5,9 | 7,5 | 7,5 |
| Сos φ | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| КПД, % | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 |
| Охлаждение | Принудит. | Принудит. | Принудит. | Принудит. | Принудит. | Принудит. |
| Габаритные размеры, мм длина | 390 | 390 | 400 | 400 | 430 | 430 |
| ширина | 110 | 110 | 140 | 140 | 170 | 170 |
| высота | 240 | 240 | 270 | 270 | 295 | 295 |
| Масса, кг | 6,2 | 6,3 | 7,4 | 7,5 | 9,8 | 9,9 |

ственно расширяет область применения выпрямителя ВД-310. По своим технологическим свойствам модернизированный выпрямитель ВД-310 сопоставим со сварочными агрегатами, которые используются в настоящее время при сварке трубопроводов. Технологические испытания модернизированного таким образом выпрямителя ВД-310 на штатных образцах труб (материал сталь 20) диаметром 219 и 108 мм с толщиной стенки 8 и 12 мм соответственно показали, что подключение приставок обеспечивает стабильный процесс сварки без эффекта «примерзания» электрода на режимах 65...80 А. Сварка выполнялась электродами АНО, ТМ60, LB 52U, УОНИ 13/55.

По желанию заказчика источники питания серии ВД могут поставляться в универсальном по роду тока (AC/DC) исполнении для сварки покрытыми электродами. Основные технические характеристики выпрямителей серии ВД приведены в табл. 2.

Для механизированной сварки и наплавки сплошной и порошковой проволокой в среде защитных

Таблица 5. Основные технические характеристики трансформаторов типа ТШС и ТШП

| Параметр | Наименование | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | ТШС 1000/3 | ТШС 3000/1 | ТШС 3000/3 | ТШП 10000/1 |
| Напряжение питающей сети, В | 3×380 | 2×380 | 3×380 | 2×380 |
| Номинальный сварочный ток, А при ПН 100 % | 1000 | 3000 | 3000 | 10000 |
| Номинальная мощность, кВА | 170 | 138 | 500 | 760 |
| Напряжение холостого хода, В | 38...62 | 13,5...46 | 8...63 | 40...76 |
| Число ступеней регулирования напряжения холостого хода | 18 | 10 | 48 | 4 |
| Охлаждение принудительное | Воздушное | Водяное | Водяное | Водяное |
| Масса, кг | 1400 | 600 | 2200 | 2400 |

газов на ОЗСО освоен выпуск выпрямителей серии ВС на токи 300, 400, 500 и 650 А. Наиболее перспективной моделью можно назвать выпрямитель ВС-650 СР. Этот выпрямитель обеспечивает питание одного сварочного поста при механизированной сварке и наплавке на токах до 650 А. При механизированной сварке диапазон регулирования напряжения на дуге 16...48 В. В отличие от традиционных сварочных выпрямителей источник, благодаря оригинальному специальному дросселю с внутренней обратной связью, обеспечивает стабилизацию длины дугового промежутка и размера капель переноса



Рис. 2. Сварочные трансформаторы серии СТШ-СГД (СТШ-256 СГД, СТШ-250 СГД, СТШ-252 СГД, СТШ-315 СГД, СТШ-400 СГД)

симого металла при сварке в защитных газах с короткими замыканиями, что существенно улучшает формирование шва и качество сварки во всех пространственных положениях при минимальном разбрызгивании электродного металла. Выпрямитель ВС-650СР может использоваться при сварке под флюсом, а также при многопостовой сварке покрытыми электродами. Для регулирования тока на постах могут подключаться балластные реостаты либо транзисторные импульсные регуляторы (чопперы). Количество постов определяется в зависимости от тока на посту и коэффициента одновременности и загрузки. Основные параметры выпрямителя ВС-650 СР приведены в табл. 3. Выпрямитель ВС-650 СР может комплектоваться подающим механизмом БП-607, который обеспечивает подачу сплошной и порошковой электродной проволоки диаметром 1,0...2,4 и 1,2...3,6 мм соответственно в диапазоне скоростей 2...20 м/мин. Внешний вид сварочного выпрямителя ВС-650СР и подающего блока БП-607 представлены на рис. 4.

Чопперы позволяют не только плавно регулировать параметры режима сварки, но и являются значительно экономичнее балластных реостатов. ОЗСО разработал и готовит к производству чоппер на 315 А ЧСИ-315М (рис. 5), которым будут комплектоваться многопостовые выпрямители на 630, 1250 и 5000 А.



Рис. 3. Сварочные выпрямители серии ВД



Рис. 5 Чоппер ЧСИ-315М



Рис. 6. Источник питания серии ВДИ

Рис. 4. Сварочный выпрямитель BC-650CP и подающий блок БП-607



Рис. 7. Трансформатор ТСП 10000/1

В последнее время ОЗСО производит современные источники питания на основе инверторов. К этой группе оборудования можно отнести выпрямители для ручной и аргонодуговой сварки серии ВДИ (рис. 6), которые обеспечивают высокое качество сварных швов. В автоматическом режиме выполняет ряд следующих дополнительных функций:

а) горячий старт «Hot Start» — обеспечивает качественное начало сварки в момент зажигания дуги;

б) форсированная дуга «Arc Force» — служит для повышения стабильности горения на короткой дуге и предотвращения «залипания» электрода в момент перехода капли в сварочную ванну;

в) антиприлипания «Anti Stick» — дает сварщику без затруднений отделять (отрывать) электрод от изделия без риска обжечь

глаза — при коротком замыкании между электродом и изделием (если такое произошло) происходит автоматическое снижение сварочного тока до минимума. После отделения электрода от изделия источник автоматически восстанавливает свою работоспособность;

г) блок снижения напряжения холостого хода — необходим при проведении сварочных работ в условиях повышенной системы электробезопасности. После окончания процесса сварки через 0,1 с напряжение на клеммах источника снижается до безопасного уровня 12 В.

В табл. 4 приведены технические характеристики источников питания серии ВДИ.

В ближайшее время на ОЗСО планируется возобновить выпуск специальных мощных трансформаторов типа ТШС на токи 3000 и 6000 А для шлаковых технологий (табл. 5). Трансформаторы ТШС-3000 входят в комплект печей: У102М для переплава прецизионных сплавов; У314 для переплава активных и благородных металлов; Об 530 для переплава цветных металлов; Об 578М для выплавки флюсов.

Готовятся также к выпуску трансформаторы трехфазные типа ТШС-1000/3 и ТШС-3000/3. Трансформаторы ТШП-10000 (рис. 7) входили в комплект печей: У189 для обогрева шлаковой ванны; У360 для переплава металлов в слитки до 350 кг; Р951 для переплава металлов в слитки до 1500 кг.

Основные технические данные трансформаторов типа ТШС и ТШП приведены в табл. 5.

Новое поколение традиционных источников питания для сварки с улучшенными технологическими характеристиками, выпускаемых ОЗСО Института электросварки им. Е.О. Патона, находит широкое применение в различных областях промышленного производства.